

BIBLIOTECA POPULAR DE CULTURA LIBRE

# ANTENAS, RADIOENLACES Y WI-FI



LABORATORIO POPULAR  
DE MEDIOS LIBRES  
PRESENTA:

BIBLIOTECA POPULAR DE CULTURA LIBRE

# ANTENAS, RADIOENLACES Y WI-FI

## **Antenas, Radioenlaces y Wi-Fi**

Laboratorio Popular de Medios Libres  
Biblioteca Popular de Cultura Libre  
2023

## **Foto de Portada exterior e interior**

Estéreo Lluvia, Tututepec, Oaxaca de Magón.

## **Diseño y Diagramación**

Chasqui Camilo

## **Arte y Gráfica**

Luna (páginas 1, 3 y 42)  
animalesdeabajo@gmail.com

Iris Monroy (página 41)  
monroy.salcedo.iris@hotmail.com

[laboratoriodemedios.org](http://laboratoriodemedios.org)  
[contacto@yanapak.org](mailto:contacto@yanapak.org)

Tiraje 200 ejemplares



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

# INDICE

- a. Saludo a la lectora (pág. 4)
- b. Radio Enlaces (pág. 5)
- c. Pero... ¿Qué es la radiofrecuencia? (pág. 6)
- d. ¿Cómo medimos la radiofrecuencia? (pág. 8)
- e. ¿Cómo se divide el espectro electromagnético? (pág. 12)
- f. ¿A quién pertenece el espectro electromagnético? (pág. 14)
- g. Radio Enlaces Wi-Fi (pág. 17)
- h. Antenas (pág. 28)
- i. Potencia y Amplificación (pág. 33)
- j. Antena Direccional (pág. 35)
- k. Antena Sectorial (pág. 36)
- l. Antena Omnidireccional (pág. 37)
- m. Lectura Complementaria (pág. 39)





LABORATORIO  
POPULAR  
DE MEDIOS  
LIBRES

## A. SALUDO A LA LECTORA

El texto que ahora sostienes en tus manos es el fruto de la sistematización del trabajo, experiencias y conocimientos que otras han compartido con nosotras, desde que decidimos iniciar la promoción (hace algunos años ya) de la autonomía técnica en las distintas comunidades que utilizan la comunicación como una herramienta para la defensa del territorio.

En este recorrido no nos hemos encontrado con la academia, si no por el contrario nuestra escuela ha sido el conocimiento popular que vive en la boca, mente y corazón de cada una de las valientes que se han decidido a mantener un proyecto de comunicación autónoma. Esa sabiduría es la que humildemente intentamos plasmar en el texto que se zambullirán en unos momentos.

Queremos agradecer a la comunidad de San Francisco Xochiteopan, en el estado de Puebla, y a sus vecinas y vecinos que con mucha paciencia nos abrieron sus puertas y techos para soñar con una red autónoma. Los conocimientos aquí vertidos fueron diseñados inicialmente para la escuela de capacitación en la comunidad, que posteriormente dio vida al primer sistema comunitario de internet en México con la capacidad de auto-sostenerse económicamente. Mucho de lo aprendido en ese proceso sirvió para mejorar este texto.

Ante la creciente centralización, privatización y uso no consentido de nuestra data personal en Internet, creemos fundamental comenzar a cuestionarnos la propiedad de las plataformas e infraestructuras que actualmente sostienen nuestras comunicaciones digitales y, para ello ponemos a disposición, en un lenguaje sencillo, los conocimientos que hemos podido compilar con respecto a las **antenas, radioenlaces y el Wi-Fi** en este primer cuadernillo de la *Biblioteca Popular de Cultura Libre*.

Encontrarás a lo largo de este viaje algunos códigos QR, asegúrate de tener contigo un celular con una app que te permita leerlos, ya que te llevarán varias profundas e interesantes informaciones adicionales.

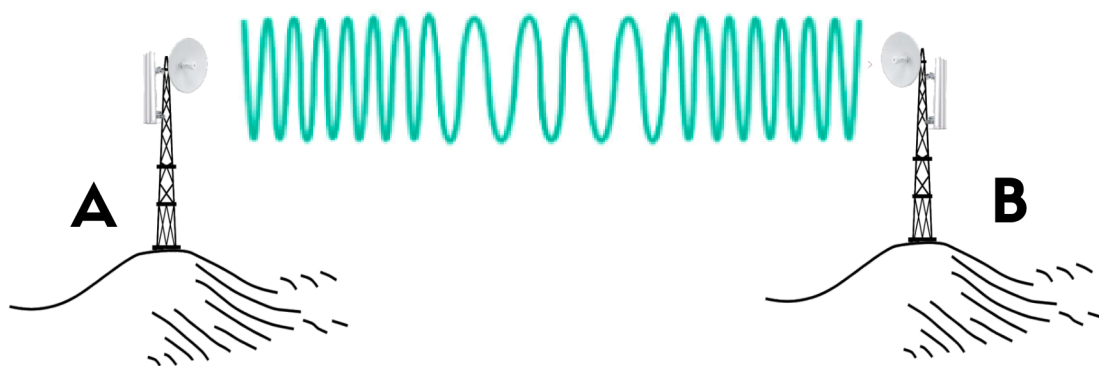
Esperamos que sea de tu agrado y por favor tómate la libertad de subrayar, dibujar o escribir sobre este cuadernillo. Abrazos

No odies a los medios, siémbrales libres

## B. RADIO ENLACES

Los radios enlaces se han masificado en el último siglo de una manera impresionante. Por años los hemos utilizado para la educación, para la coordinación en tiempos de emergencia, para la recopilación de datos, para la gestión estatal y privada, cómo también para la difusión de medios masivos, en sus más diversos formatos: radio, tv y más recientemente internet.

Gracias a los aportes de diversas mentes científicas a través de la historia humana, hoy el ser humano tiene la capacidad de transportar información de un sitio A a un sitio B de forma inalámbrica, sin cables, utilizando radiofrecuencia. Para ello por lo general ocupamos un dispositivo electrónico (transmisor y antena) para emitir una señal y otro similar para recibirla.



Por ejemplo, cuando prendemos el radio de la casa y sintonizamos una estación hemos establecido un radio enlace entre la torre de emisión de la radioestación y nuestro hogar. Hemos utilizado la radiofrecuencia para transportar impulsos eléctricos que nuestro radio receptor transforma en sonidos. Por años, la tecnología había limitado los roles de receptor y emisor, siempre la estación de radio ha cumplido la función de emisor y el radio de mano el de receptor.

### ¿QUÉ ES UN RADIO ENLACE ?

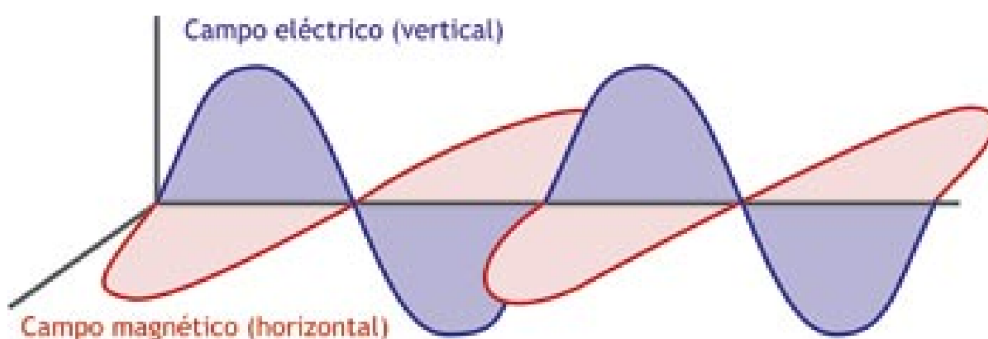
Es cualquier interconexión entre terminales de telecomunicaciones que se efectúa a través de ondas electromagnéticas.



Actualmente los radio enlaces han aumentado de complejidad, y se parecen más a la comunicación humana, ya que los roles de emisor y receptor pueden ser intercambiados entre ambos extremos. Estos enlaces modernos los llamamos Radio Enlaces Digitales, ya que a través de ellos viaja información binaria, es decir ceros y unos, lenguaje de computadora.

## C. PERO... ¿QUÉ ES LA RADIOFRECUENCIA?

La radiofrecuencia es la suma de dos fuerzas de la naturaleza: la Electricidad y el Magnetismo. Una señal de radiofrecuencia está compuesta por una onda eléctrica y otra onda magnética, que al sumarse obtienen la capacidad de auto-impulsarse. Es esta nueva capacidad que surge de la cooperación entre ambas fuerzas, es la que nos permite enviar información a miles de kilómetros de distancia.



En el dibujo podemos ver que la onda eléctrica viaja de manera vertical (color azul), mientras que la onda magnética viaja de forma horizontal (color rojo). Esa combinación hace que los campos se vayan auto-impulsando entre ellos permitiendo a las ondas viajar incluso a través del vacío del espacio.



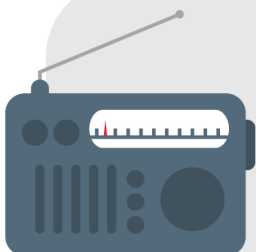
## ¿QUÉ ES LA TELECOMUNICACIÓN?

Es toda transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia que contengan signos, sonidos, imágenes o, en definitiva, cualquier tipo de información que se desee comunicar a cierta distancia.

¿Pero acaso la radiofrecuencia es un invento humano? Pues no, ya que la radiofrecuencia la podemos encontrar en estado natural todos los días de nuestra existencia... es lo que llamamos luz solar, que en realidad es radiofrecuencia producida por las explosiones nucleares de nuestra querida estrella sol.



En esencia nuestros ojos **son receptores de electricidad y magnetismo**, adaptados para captar ciertas ondas específicas que al rebotar con las cosas, nuestro cerebro interpreta como la luz y el espectro de colores.



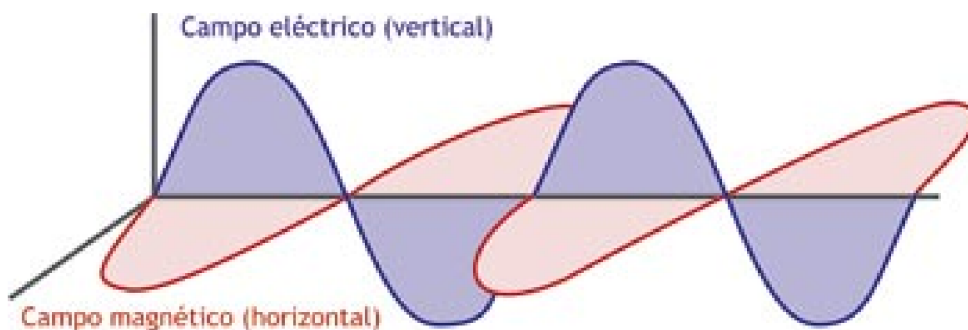
## ¿QUÉ ES LA MODULACIÓN?

Se denomina modulación a la incorporación de información o contenido en una señal de radiofrecuencia. El proceso inverso a la modulación se conoce como demodulación y consiste en recuperar los datos o contenidos de una señal modulada

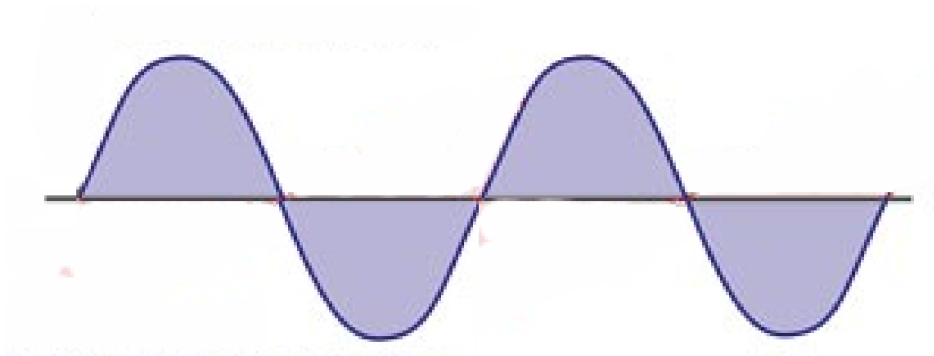
## D. ¿CÓMO MEDIMOS LA RADIOFRECUENCIA?

¿Pero cómo el ser humano diferencia a una radiofrecuencia de otra? ¿Qué hace diferente a la radiofrecuencia que conocemos como luz a una radiofrecuencia producida por una antena wifi? La respuesta es bastante simple, lo único que tenemos que hacer es contar la cantidad de ondas o ciclos que tiene una señal de radiofrecuencia en el lapso de 1 segundo.

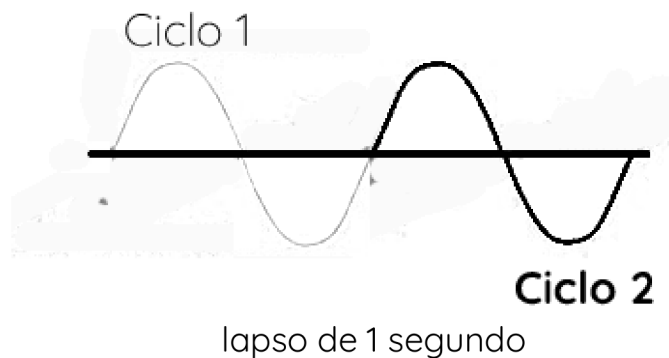
Volvamos al primer dibujo que revisamos para que aprendamos a contar la cantidad de ondas o ciclos que posee una señal de radiofrecuencia. En él podemos ver dos campos, el vertical (eléctrico) y el horizontal (magnético).



Como ya sabemos ambos campos van de la mano, entonces para simplificar esta representación gráfica sólo dibujaremos el campo vertical .



Ahora agregaremos algunos datos sobre esta imagen.

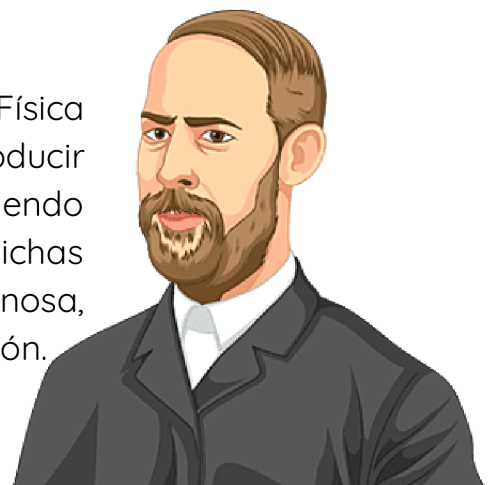


Como podemos ver y entender ahora, la señal que estamos representando, tiene la capacidad de completar dos ciclos u ondas en el lapso de tiempo de 1 segundo. Es decir, el dibujo **representa a una señal de 2 hertz**, ya que esa es la medida estándar mundial para nombrar la cantidad de ciclos de radiofrecuencia en el lapso de 1 segundo.

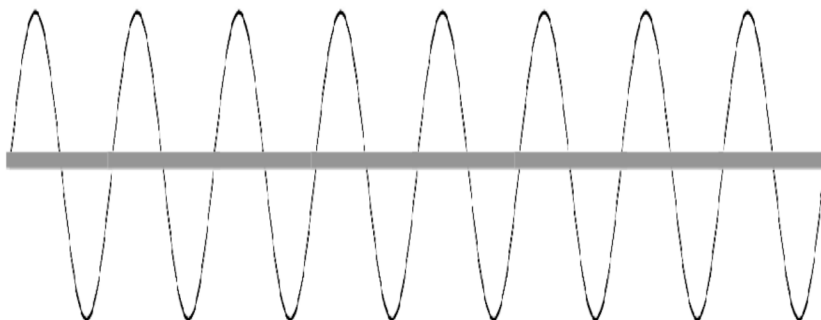
- 1 ciclo en 1 segundo = 1 hertz
- 2 ciclos en 1 segundo = 2 hertz
- 3 ciclos en 1 segundo = 3 hertz

### HEINRICH RUDOLF HERTZ

Entre los años 1885 y 1889, siendo profesor de Física en el Politécnico de Karlsruhe, consiguió producir ondas electromagnéticas en el laboratorio, midiendo su longitud de onda y velocidad. Demostró que dichas ondas se comportaban como la radiación luminosa, con los mismos fenómenos de reflexión y refracción. A partir de sus experimentos demostró que la luz era una radiación electromagnética.



La siguiente imagen representa una señal de radiofrecuencia de 8 hertz. Como ya podrán ir notando, a mayor cantidad de Hertz, los ciclos se vuelven cada vez más pequeños.



lapso de 1 segundo

Los radio enlaces que utilizamos en la vida diaria tienen unas magnitudes mucho mayores, es decir, producen muchísimo más que 8, 80 u 800 hertz (ciclos por segundos) por lo que utilizamos algunas abreviaturas para referirnos a los hertz que posee una señal de radiofrecuencia.

Mil Hertz = 1 kilohertz (KHz)

1 millón de Hertz = 1 megahertz (MHz)

1 billón de Hertz = 1 gigahertz (GHz)

1 trillón de Hertz = 1 terahertz (THz)

1 cuatrillón de Hertz = 1 petahertz (PHz)

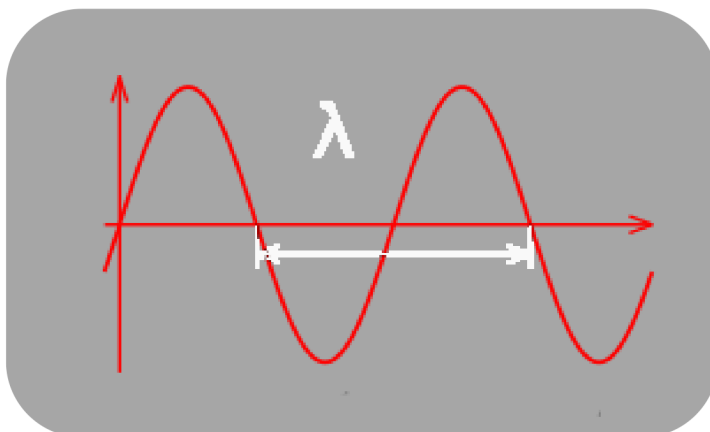
1 quintillón de Hertz = 1 exahertz (EHz)



Por ejemplo piensa en tu estación de radio favorita, ¿Cuál es la frecuencia que debes escoger en el radio para oírla? La mía es la 94.1 MHz, esto quiere decir que cada vez que selecciono esa frecuencia en mi radio, he establecido un radio enlace con la torre de emisión de la estación, utilizando para ello una señal de radiofrecuencia que emite 94 millones 500 mil ciclos por segundo.

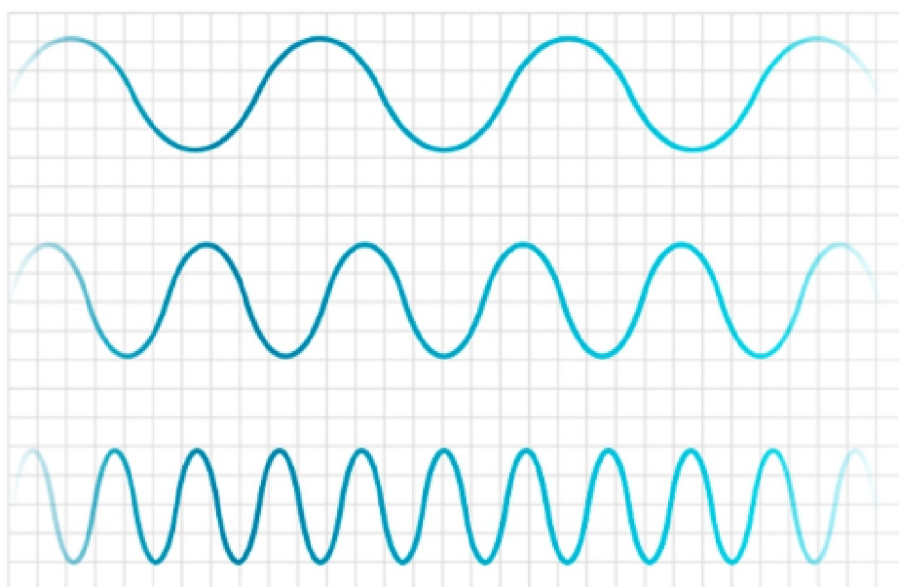
## LONGITUD DE ONDA

En física, se conoce como longitud de onda la distancia que existe entre el punto de inicio y término de una onda



La longitud de onda se suele representar con la letra griega  $\lambda$

La longitud de onda es proporcional a la frecuencia de la onda. A mayor frecuencia menor longitud de onda. Por ello a las frecuencias altas se les conoce como **microondas** ya que su longitud de onda es muy pequeña.



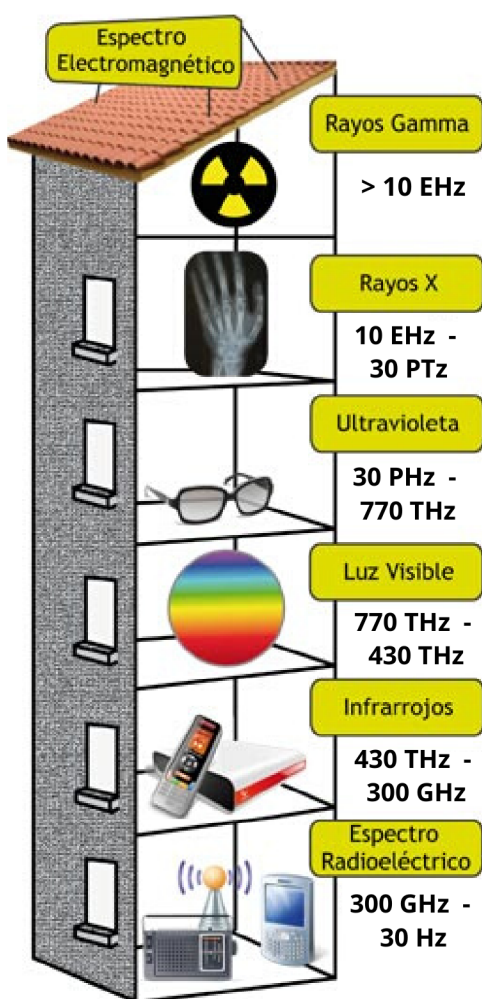
*A mayor Hertz los ciclos aumentan en cantidad, por lo que disminuye su longitud de onda*

# E. CÓMO SE DIVIDE EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Texto original en Manual para Radialistas Analfatécnicos.  
Santiago García Gago.  
<https://analfatecnicos.net>

En los primeros años de la radiodifusión, las emisoras se apropiaban del espacio por el que viajan las ondas sin ningún tipo de contemplaciones. Era como el salvaje oeste. El que primero llegaba se adueñaba del dial. Para poner orden, se estableció una división de todas las ondas. Así nació, el llamado espectro electromagnético.

En él están clasificadas todas las ondas electromagnéticas naturales, como la luz solar o los colores del arco iris, y las artificiales que generamos con transmisores de radio o televisión.



Para conocer el espectro electromagnético, cerremos los ojos por un momento e imaginemos una gran torre de apartamentos. Comencemos por la parte de arriba, la azotea de nuestro edificio. Allí residen los rayos gamma. Se usan en aplicaciones medicinales, sobre todo para esterilizar materiales médicos. Son altamente radioactivos por lo que una exposición prolongada a estos rayos es muy cancerígena. Este tipo de onda electromagnética oscila sobre los 10 exahertz (EHz)

Un piso más abajo llegamos a los rayos X. ¿Quién no se hizo alguna vez una radiografía, una fotografía del esqueleto? Es uno de los usos de los rayos X. Otro, los detectores por los que pasamos las maletas en los aeropuertos para ver qué llevamos dentro sin necesidad de abrirlas. La radiación de rayos X oscila de 10 exahertz (EHz) hasta 30 petahertz (PHz).

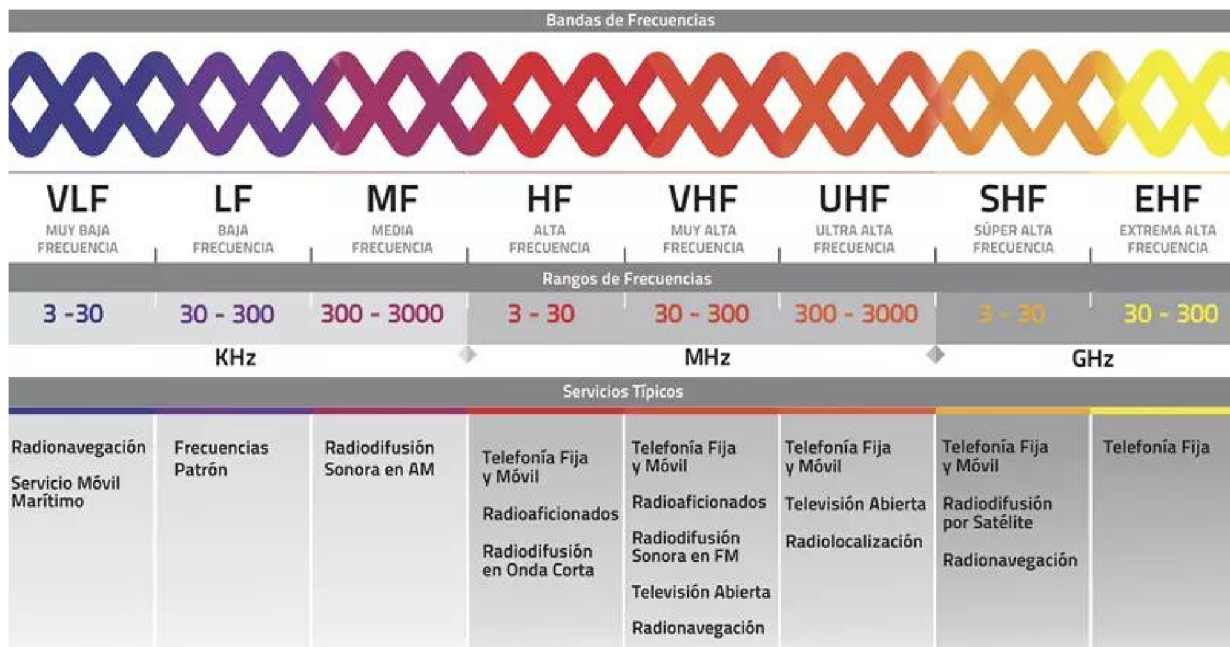
Continuamos bajando en el ascensor del espectro electromagnético para llegar al piso de las radiaciones ultravioletas. Éstas se usan en el campo de la medicina, en muchas discotecas, conocida como “luz negra”, o en detectores de billetes falsos. La radiación ultravioleta oscila entre valores de 30 petahertz (PHz) y 770 terahertz (THz). Hay rayos ultravioletas (UV) que vienen del Sol y son los causantes de muchos cánceres de piel o problemas en los ojos, ya que el filtro natural que tiene el planeta para protegernos de estas radiaciones, el ozono, está cada día más agujereado por la acción humana.

Y así llegamos a la planta más divertida, la mejor decorada. Es el piso de la luz, de los colores. Son las ondas electromagnéticas que podemos ver, el espectro visible. La gama de colores que va del rojo al violeta. Nuestros ojos entonces son capaces de captar frecuencias electromagnéticas que oscilan entre los 770 y 430 THz (terahertz).

Debajo de la luz visible residen los infrarrojos. Se usan en controles remotos y sensores electrónicos. La radiación infrarroja está asociada al calor. Todos los cuerpos irradiamos rayos de este tipo que únicamente se pueden ver con visores térmicos. La radiación infrarroja oscila con frecuencias entre 430 terahertz (THz) y 300 gigahertz (GHz).

Y finalmente en la planta inferior tenemos todas las radiofrecuencias empleadas por la radio, los satélites, la televisión, emisoras de taxis, bomberos y policías, teléfonos celulares y un largo etcétera. A esta pequeña porción del **espectro electromagnético** se le conoce como espectro radioeléctrico, ya que son éstas las frecuencias que el ser humano utiliza para la creación de radio enlaces. Estamos hablando de las frecuencias que van desde los 300 GHz hasta los 30 KHz.

Aunque hemos deambulado por todos los pisos del espectro electromagnético, en este Manual nos vamos a concentrar exclusivamente en el **espectro radioeléctrico**, porque ahí residen todas las ondas electromagnéticas que protagonizan la siguiente pregunta.



El Espectro Radioeléctrico, a su vez, se encuentra seccionado y organizado en bandas de frecuencias para sus distintos usos.

## F. ¿A QUIÉN PERTENECE EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO?

Texto original en [COMPPA.ORG](http://COMPPA.ORG)

Sembrando Voces: Manual Teórico Avanzado



El espectro radioeléctrico es parte de nuestro territorio en disputa. Su uso está reglamentado por convenios internacionales, leyes y normas nacionales. En muchos países las leyes nacionales suelen ser la raíz de la concentración de los medios masivos y obstaculizan los derechos a la comunicación de una gran parte de la población.

Las ondas tienen diferentes características, dependiendo de su frecuencia se usan para comunicación militar y cobertura global como para la navegación aérea y marítima. Estas ondas no se quedan en un sólo país, no reconocen fronteras; por ello es importante que exista una regulación y acuerdos internacionales sobre el uso de las frecuencias. Imaginen que problemas se podrían causar si su estación de radio transmitiera en una frecuencia que usan los aviones para comunicarse con los aeropuertos o que intervinieran en las comunicaciones de las ambulancias.

Los países se organizan a través de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que es el organismo especializado de las Naciones Unidas en la comunicación y el desarrollo de la tecnología que la permite, definiendo estándares internacionales para el uso de las bandas.

Si cada país definiera a su gusto los usos que se le da a cada cierto rango de frecuencias, no podría haber un entendimiento global a nivel de las telecomunicaciones, afectando también gravemente a su desarrollo. La tecnología, como el lenguaje, tiene sus normas y acuerdos que deben ser respetados para que exista un beneficio común.

El espectro radioeléctrico es un patrimonio común de la humanidad y está sujeto a la administración de los Estados. Cada Estado tiene sus propias leyes y entes que se adecuarán a las normas internacionales para regular el uso del espectro radioeléctrico. Un Estado o gobierno no puede ser el propietario del espectro radioeléctrico, sólo tiene la tarea de asignar las frecuencias y vigilar que se respeten las normas internacionales sobre su uso. De igual forma, no pueden ser propietarios un grupo de personas o una particular, sólo tienen el derecho a su uso a través de una concesión o licencia otorgada por el Estado para ello.

Aunque los países de América Latina han ratificado los convenios internacionales sobre derechos humanos y la libertad de expresión, las leyes y normas nacionales de algunos países no garantizan el acceso igualitario al uso de las frecuencias de radio o televisión. El uso del espectro radioeléctrico se ve como una actividad puramente mercantil y bajo las normas de competencia del mercado; no tanto como un derecho humano.



“Los Estados tienen derecho soberano a reglamentar sus telecomunicaciones. Pero este derecho se completa con la obligación de garantizar el acceso equitativo de todos los sectores sociales a las frecuencias de radio y televisión. De esta manera, se promueve la mayor libertad de expresión, la diversidad cultural y el más amplio pluralismo informativo”.

Radialistas.net. Públicos, privados y comunitarios.

Prueba de ello es que la entrega de concesiones responde a intereses económicos como la subasta al mejor postor o la libre venta de las mismas. En ese mismo sentido, suele haber exigencias de trámites y exigencias hacia las radios o televisiones comunitarias que éstas no pueden cumplir. ¡Quién tiene más capacidad económica tiene mejores condiciones para obtener concesiones!

¿Por qué nadie puede ser dueño del espectro radioeléctrico? Imagínense que alguien dijera que es dueño del arcoíris o de los colores que también son ondas electromagnéticas. El espectro radioeléctrico se encuentra en el aire igual como el oxígeno ¿alguien puede ser dueño del oxígeno que respiramos? El aire y el espectro radioeléctrico forma parte de nuestro territorio así como los bosques o ríos.

### ¿CUÁL ES EL ORIGEN DE LAS TELE-COMUNICACIONES?

La verdad es que dar una fecha exacta sería echar por tierra el esfuerzo de muchos científicos, que entre todos contribuyeron al descubrimiento de la comunicación inalámbrica.

**1837:** Samuel Morse inventa el primer sistema electrónico de comunicaciones: el telégrafo.

**1865:** James Clerk Maxwell, usando las famosas “ecuaciones de Maxwell”, predice la existencia de ondas electromagnéticas invisibles.

**1854:** Antonio Meucci inventa el teléfono para transmitir voz humana mediante cable.

**1888:** Heinrich Rudolf Hertz demuestra empíricamente la existencia de ondas de radio mediante un prototipo capaz de detectarlas.

**1891:** Nikola Tesla idea la transmisión inalámbrica de energía mediante ondas electromagnéticas (radio).

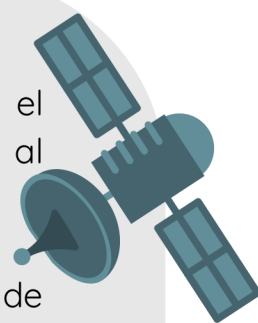
**1894:** Guglielmo Marconi transmite por primera vez señales de radio a través de la atmósfera.

**1906:** Lee De Forest inventa el triodo o válvula de vacío para amplificar señales eléctricas.

**1920:** las primeras radios comerciales comienzan a emitir en AM.

**1936:** comienzan las emisiones en FM.

Tras estos primeros pioneros, muchos más científicos se encargaron de perfeccionar los sistemas y continuar con el desarrollo de la tecnología. Gracias a ellos y muchos más, hoy en día disponemos de radioenlaces de gran capacidad y potencia.



## G. RADIO ENLACES WI-FI

### ¿QUÉ TIPO DE RADIO ENLACE UTILIZAREMOS PARA NUESTRA INTERNET COMUNITARIA?

Como ya hemos visto, hay una gran cantidad de comunicaciones que ocupan el espectro radioeléctrico. Cada una de ellas usa frecuencias y tecnología en específico. Además al ser el espectro radioeléctrico un espacio finito, éste está ordenado y reglamentado. Entonces rápidamente nos surge la duda... ¿Cuáles son las frecuencias y que tipo de radio enlace debemos utilizar para la construcción de nuestra red de internet comunitaria?

Actualmente los radioenlaces Wi-Fi ofrecen una serie de ventajas propias que las hace muy interesantes; no sólo proporcionan cobertura a zonas donde es difícil dar servicio con otras tecnologías convencionales, sino que además los equipos son asequibles, en concreto:



- **Capacidad de transmitir grandes cantidades de datos.** Gracias a las altas frecuencias de las antenas y los distintos protocolos de comunicación, que se han desarrollado, este tipo de radio enlaces ofrecen conexiones por sobre 1 GBps.
- **Disponibilidad y costes bajos.** Existe una gran variedad de marcas y modelos de radio enlaces Wi-Fi en el mercado y es muy común encontrar este tipo de equipos en cualquier tienda de tecnología. La gran disponibilidad junto con precios asequibles diferencia el Wi-Fi de muchos otros tipos de radio enlaces.
- **Instalación sencilla.** Poner en funcionamiento un enlace Wi-Fi es extremadamente simple. Podemos utilizar cualquier sitio elevado para instalar las antenas utilizando para ello equipos que consumen muy poca electricidad.



El WiFi (escrito también Wi-Fi) es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos creada en 1998 por un consorcio sin fines de lucro.

### ¿QUÉ ES EL WI-FI?

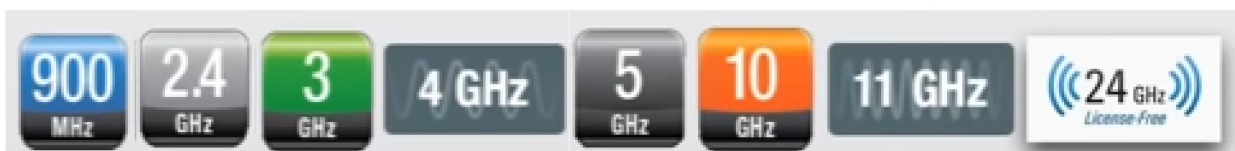
Wi-Fi es una tecnología compuesta por dos componentes: ondas de radiofrecuencia y el protocolo IEEE 802.11, encargado de enviar datos digitales a través de esas ondas electromagnéticas.

### ¿SABES QUÉ SIGNIFICAN LAS SIGLAS Wi-Fi?

Escanea el código QR para averiguarlo

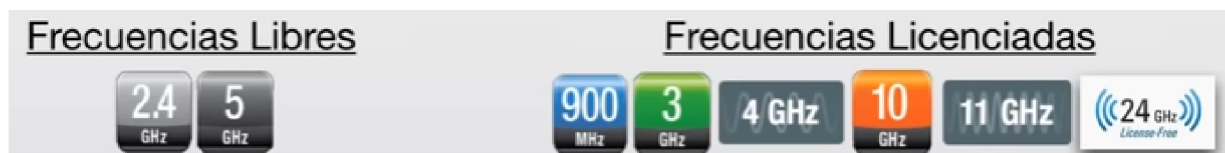


La comunicación mediante un radio enlace Wi-Fi siempre tiene que darse en una frecuencia determinada, con esta tecnología existen equipos que operan desde los 900 MHz hasta los 24 GHz (24.000 MHz).



¿Pero cuál es la más adecuada para nuestro proyecto de comunicación? Dentro del mundo Wi-Fi existe dos tipos de frecuencias, las llamadas **frecuencias libres** y **frecuencias licenciadas**. Como lo detalla su nombre, para hacer uso de las frecuencias licenciadas se requiere solicitar permisos al ministerio o secretaría de comunicación del país donde se piensa levantar la red y usualmente esto implica además un pago al estado.

Las frecuencias libres en contra parte, no requieren trámite de ningún tipo para su uso en muchos países de Latinoamérica y el mundo, siempre y cuando respetemos las normas de cada territorio. Por supuesto que en éstas frecuencias podemos encontrar una gran saturación, justamente por su acceso libre.



Las frecuencias licenciadas se utilizan para radio enlaces troncales. Cuando un radio enlace conecta a grandes zonas unas con otras, o cuando son enlaces de factor crítico, se recomienda utilizar frecuencias licenciadas ya que están mucho más despejadas y libres de interferencia.

En relación a las frecuencias liberadas, es muy importante que tengamos en cuenta que cada país o territorio establece un límite máximo de potencia, conocido como el **EIRP** (Effective Isotropic Radiated Power), que es la sumatoria de la fuerza del equipo que emite y la capacidad de amplificación de la antena que estemos utilizando. Adicionalmente la regulación de cada país indica el rango de frecuencias que podemos utilizar con ese determinado EIRP.

Podemos encontrar una gran variedad de equipos que trabajan en frecuencias liberadas de 2,4 GHz y 5 GHz. por ello es importante que conozcamos las principales diferencias entre ambas, ya que cada una ofrece características distintas y, dependiendo de nuestras necesidades serán las frecuencias que utilizaremos en nuestro proyecto.

### **EIRP O PIRE**

PIRE (EIRP en inglés) es la abreviación de “Potencia Isótropa Radiada Equivalente”. Es la suma de la potencia del radio y la ganancia de la antena y se le restan las atenuaciones como la pérdida del cable que conecta a estos.

### **MARCO JURÍDICO PARA LAS REDES COMUNITARIAS EN LATINOAMÉRICA**

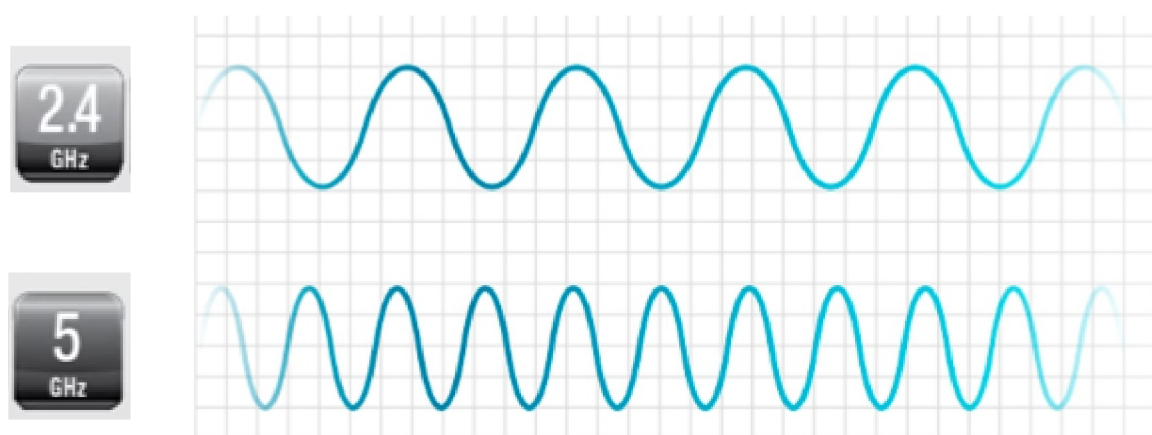
Revisa el siguiente estudio realizado por Redes A.C. donde encontrarás recomendaciones internacionales y experiencias regulatorias en torno a redes comunitarias, pequeños operadores y operadores sin fines de lucro.



## DIFERENCIAS ENTRE 2,4 GHZ Y 5 GHZ

La banda de 2,4 GHz emite menos ciclos por segundo que la banda de 5GHz, por lo que su señal consigue llegar más lejos afectándole en menor medida los obstáculos que encuentra a su paso. En contrapartida, puede llevar menos información en sus ondas, las redes que se transmiten en esta banda ofrecen una velocidad de entre 50 y 70 Mbps, por lo que habrá un límite de personas que puedan conectarse a ella.

La banda de los 5 GHz emite más ciclos por segundo que la banda de 2,4 GHz, lo que permite transportar más información y por ende soportar a más personas conectadas. Las redes de 5GHz ofrecen velocidades de conexión por sobre 1 Gbps, pero como consecuencia son mucho más susceptibles a los obstáculos, por lo que debemos cuidar mucho que nada se interponga en nuestro radio enlace de 5 GHz.



Al desarrollar una mayor cantidad de ciclos por segundo, la señal de 5 GHz es capaz de transportar más información, pero sus ondas tienen menos capacidad de atravesar objetos.

Por lo general (esto no quiere decir que necesariamente tenga que ser así) la banda del 5 GHz se utiliza para realizar enlaces de un punto a otro, como de una ciudad a otra, o de un barrio a otro o de una casa a otra. La banda de los 2,4 GHz se utiliza para hacer entrega de la red a las usuarias finales. Por ejemplo el enrutador Wi-Fi con el que te conectas a internet emite una señal en 2,4 GHz y para los teléfonos celulares es un estándar de la industria internacional recibir esas frecuencias, esto porque la usuaria final

no requiere velocidades tan altas y a su vez se aprovecha la mayor capacidad de atravesar objetos que tiene esa banda de frecuencias.

### MÁS DIFERENCIAS ENTRE WiFi 2.4 GHz y 5 GHz

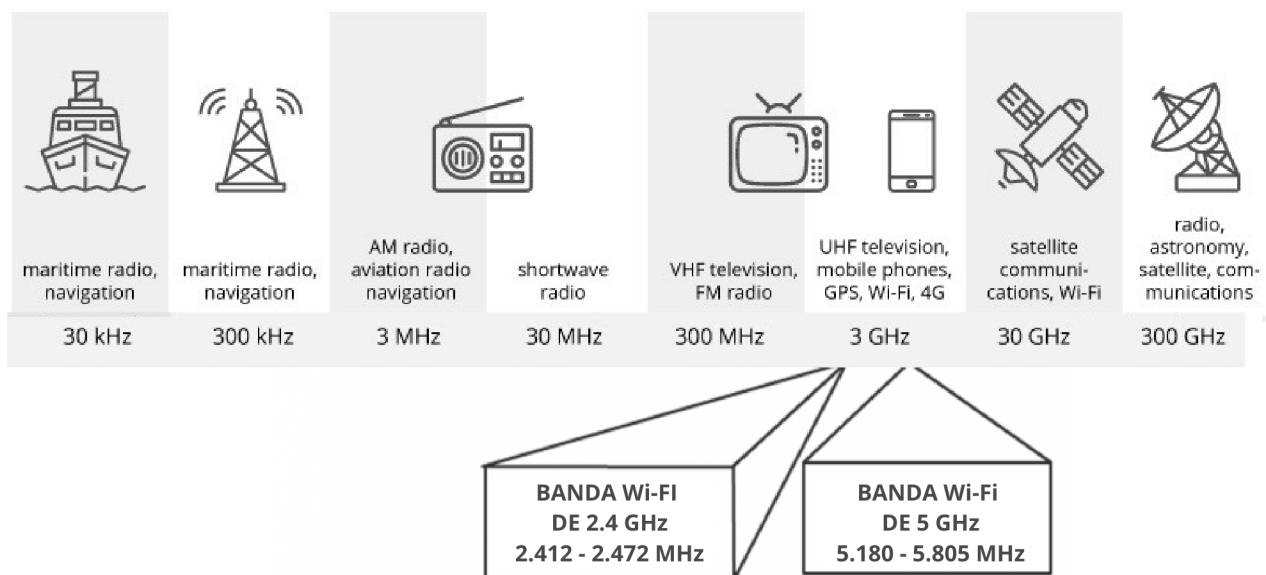
En este artículo, publicado en internet, se revisan las diferencias entre ambas frecuencias en un enrutador de casa común.



pero un momento.... ¿Por qué hablamos de la **BANDA** de 5 y 2,4 GHz?

Cuando decimos que un equipo Wi-Fi trabaja en 2,4 GHz, no es una mentira pero tampoco es toda la verdad. Un equipo Wi-Fi de la banda de 2,4 GHz en realidad **produce y recibe señales de radio frecuencia en un segmento del espectro radioeléctrico que va desde los 2,41 GHz y los 2,47 GHz.** (o si lo expresamos en MHz del 2.412 Mhz al 2.472 MHz)

Entonces cuando hablamos de una banda de frecuencia, en realidad nos estamos refiriendo a un segmento de el espectro radioeléctrico, un conjunto de radiofrecuencias que están una al lado de otras, de manera consecutiva y que han sido agrupadas por una convención humana.



## CANALES WI-FI

Cuando emitimos una señal Wi-Fi en realidad no emitimos en una sola frecuencia determinada, si no que se transmite en varias frecuencias al mismo tiempo, esto es lo que permite que llevemos una gran cantidad de información de un lado a otro. Ojo, que para ello no ocupamos toda la banda de 2,4 GHz, sino solo un segmento de ella. A ese segmento de ahora en adelante le llamaremos canal. El protocolo Wi-Fi permite en la banda de 2,4 GHz un total 13 canales de un ancho de 22 MHz cada uno.

El ancho del canal hace referencia a la cantidad de frecuencias que contiene un determinado canal. Por ejemplo, un canal con un ancho de 22 MHz que inicia en los 2.312 MHz, termina en los 2.334 MHz. Un canal con un ancho de 100 MHz que inicia en los 2.312 MHz, termina en los 2.412 MHz.

Cuando nuestro celular se comunica con algún enrutador Wi-Fi de la banda de 2,4 GHz, el radio enlace que se establece entre ambos se vale de 22 millones de frecuencias (unas al lado de otras) para enviar la información, esto porque ya sabemos que los canales de la banda de 2,4 GHz tienen un ancho de 22 MHz. A mayor ancho de canal, se utilizan mayor cantidad de frecuencias para la transmisión de datos, por lo que se puede llevar más información por segundo y con ello, una mayor velocidad de internet.

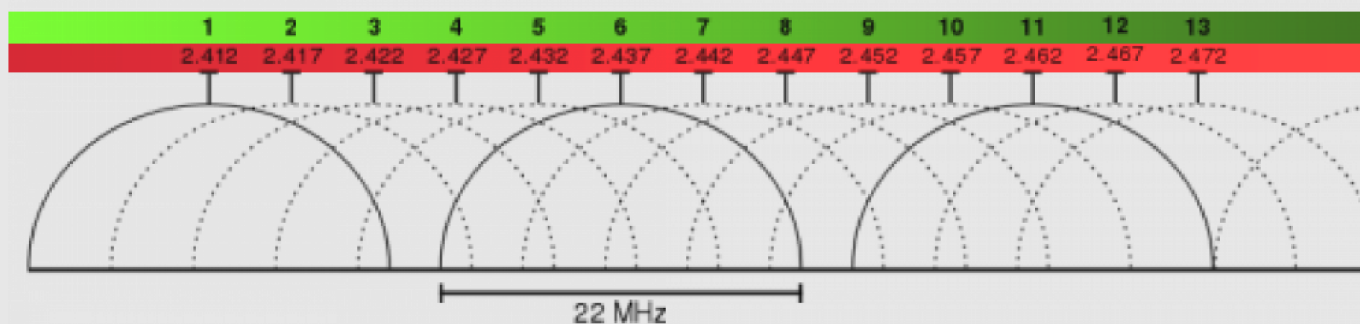
Los canales también determinan la cantidad de señales Wi-Fi que pueden coexistir dentro de un espacio determinado. En la banda de 2,4 GHz sólo pueden coexistir 13 señales al mismo tiempo. Si un catorceava señal quisiera emitir en ese lugar le sería imposible porque el espacio asignado para el uso de wifi ya estaría ocupado o saturado.



### ¿ES LO MISMO UNA ANTENA QUE UNA TORRE?

No, aunque es usual confundirlas. La torre o mástil es el soporte metálico donde colocamos las antenas que están conectadas al transmisor.

Otros elementos de las torres que no son antenas son las balizas y pararrayos. Las primeras son las luces rojas que indican la altura de la torre para que ningún piloto despistado se la lleve con su avión. Durante el día, las torres se distinguen por la combinación de colores blanco y rojo. El pararrayos debe estar conectado a un pozo a tierra en la base de la torre.



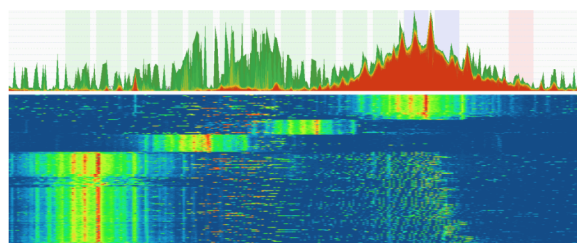
En esta representación gráfica de la Banda de 2.4 GHz podemos ver los canales identificados con los números del 1 al 13. Debajo cada canal tiene descrito la frecuencia que se encuentra en la mitad de ese segmento en específico, recordemos que cada canal es en realidad un conjunto de frecuencias consecutivas.

Como lo explica la representación, los canales de la banda de 2,4 GHz tienen un ancho de 22 MHz y **están solapados unos encima de otros**, esto para aprovechar de mejor manera el espectro radioeléctrico, recordemos que es un espacio finito.

Como vimos, los canales no son infinitos, así que si vivimos en un lugar en donde hay muchos routers Wi-Fi, es muy posible que experimentemos bastante lentitud en nuestra conexión. Esto se debe a que nuestro router seguramente esté operando en el mismo canal que otros muchos cercanos a él, así que le cuesta mucho identificar su señal y eliminar las interferencias que se han mezclado con ella.

Pero esto tiene solución, ya que podemos entrar dentro de nuestro router y podremos determinar nosotras bajo qué canal queremos que emita nuestra señal, para así elegir un canal sin interferencias de otros equipos. En este sentido, cada enrutador tiene su propio firmware o sistema operativo, y la opción estará en lugar diferente, así que lo mejor será echarle un vistazo al manual del producto o buscar un tutorial en internet.

Enrutadores más avanzados incluyen analizadores de espectro radioeléctrico, lo que nos permite escanear nuestro entorno y conocer cuáles canales están con menos interferencia.



En la banda de los 5GHz tenemos incluso mas opciones, porque junto con escoger un canal determinado, el ancho de los canales son variables y podemos aumentarlos o reducirlos, esto es especialmente útil para evitar interferencias o saturación de canales.



Para la construcción de nuestro sistema de internet comunitario se hace evidente que vamos a utilizar radios enlaces de WiFi de 2,4 y 5 GHz. Ya que al ser frecuencias libres podemos utilizarlas sin tener que tramitar un permiso o pagar por ellas; por supuesto que su uso debe ser respetando las normas vigentes en cada territorio.

Como ya habrás sospechado, una red de internet comunitaria consiste en diversos radio enlaces WiFi que nos permiten llevar la conexión de internet desde un lugar en específico a otro, por ejemplo desde una urbe con acceso a internet hacia una comunidad a a 60 kms donde la conexión será repartida en las casas.

## RADIO Y ANTENA

Cada extremo de un radio enlace WiFi consta de un **equipo que genera o procesa señal de radiofrecuencia (radio)** utilizando el protocolo 802.11 n, **y una antena que amplifica** dicha señal. Éstos son los dos elementos básicos que conforman un equipo WI-FI. Con dos podemos crear un radio enlace Wi-Fi.



Un **radio** consta de un emisor y una antena (imagen de la izquierda).

Existen también muchas radios que tienen el **emisor y la antena integrados** en una sola pieza. (imagen de la derecha)



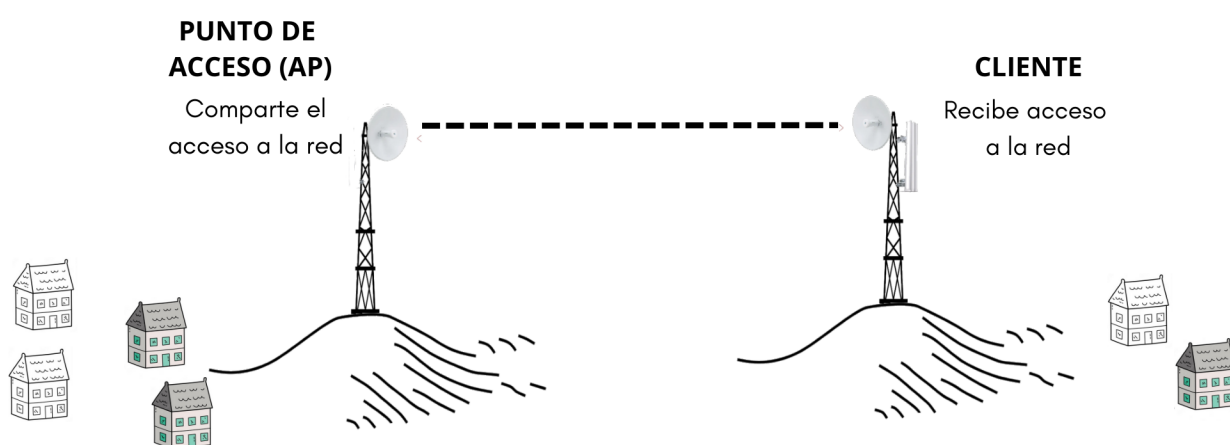
A medida que necesitamos que nuestro radio enlace cumpla con más funciones también aumentan los equipos que conforman ese radio enlace. Por ejemplo, si recibimos una señal y queremos compartirla, entonces en esa locación se necesitará dos radios, uno para recibir o otro para emitir.

Las radios y los radio enlaces de una red WiFi no siempre cumplen la misma función, pueden tener roles distintos dentro del sistema, pero las máquinas, los equipos físicos que utilizamos pueden servir indistintamente para una u otra función. Ahora vamos a caracterizar estas funciones que puede cumplir un radio WiFi.

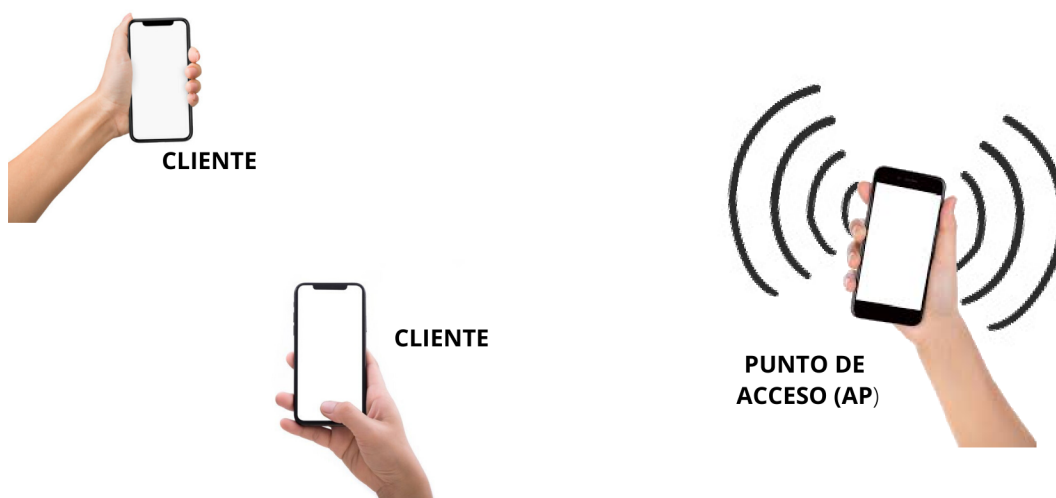
### PUNTO DE ACCESO Y CLIENTE

Si bien por definición un radio enlace WiFi es bi-direccional, es decir la comunicación fluye en ambos sentidos, para efectos del protocolo 802.11 n los equipos deben comunicarse bajo ciertas reglas, y eso implica que al momento de establecer el radio enlace WiFi, un extremo debe ser emisor (Punto de Acceso) y otro debe ser un receptor (Cliente).

Por ejemplo si queremos compartir la conexión a internet que tiene una comunidad con otra, la que envía la señal con el acceso internet pondrá su radio en modo Punto de Acceso (AP), y la comunidad que recibe la señal configurará su radio en modo Cliente, de esta manera el AP emite una señal y el Cliente recibe o "escucha" esa señal.



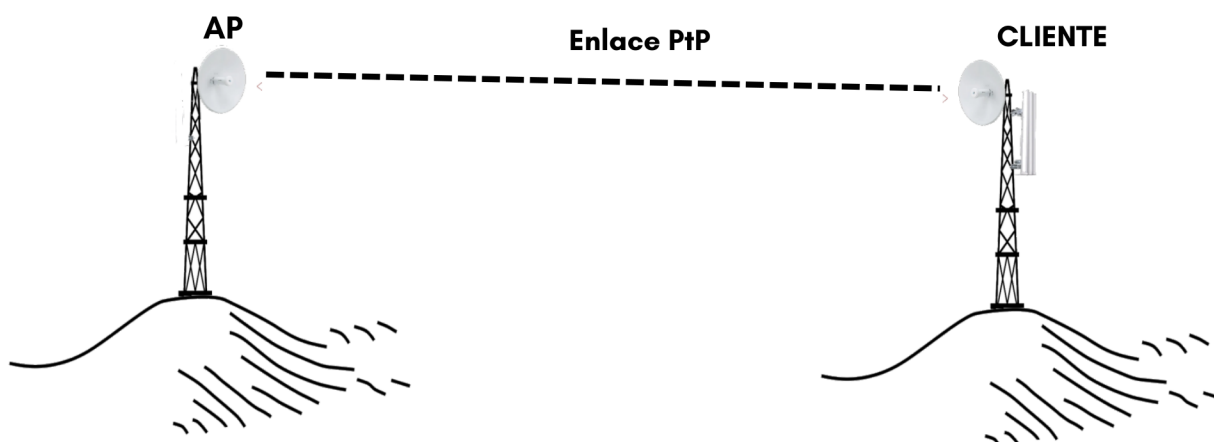
Cuando con nuestro celular nos conectamos a una red wifi, nuestro celular es el cliente y el AP es el enrutador que genera la señal; pero cuando activamos la función de compartir internet para generar una señal wifi con una clave donde se conectan a nuestros datos otros teléfonos, hemos configurado nuestro celular en modo Punto de Acceso y los que se conectan son Clientes.



Otra forma de clasificar o caracterizar un radio enlace Wi-Fi es señalando si una comunicación se produce entre dos radios o entre tres radios o más.

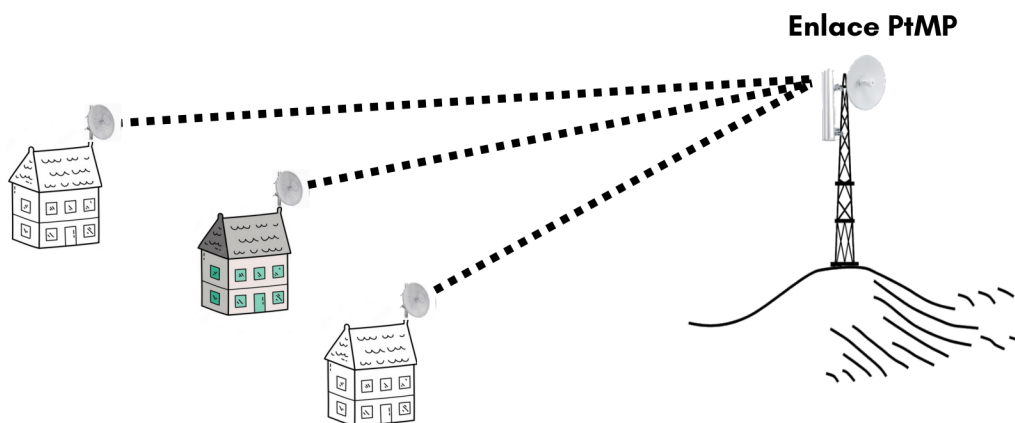
### ENLACE PUNTO A PUNTO (PTP)

Los enlaces punto a punto utilizan solo dos radios (AP y Cliente) que se comunican exclusivamente entre ellas y permiten interconectar dos puntos remotos, formando esencialmente un puente Ethernet. Es como si tendieramos un cable de conexión entre dos equipos o redes. Este tipo de enlace se abrevia PtP.



## ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO (PTMP)

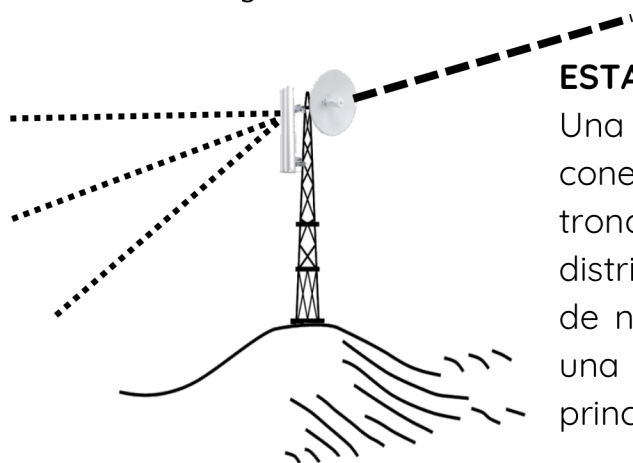
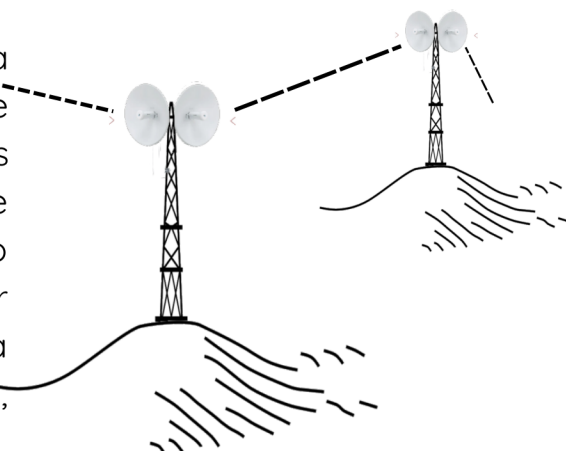
En un enlace punto a multipunto existe una estación base en modo AP que se comunica con varios otros puntos remotos o clientes. Los enlaces punto a multipunto utilizan tres radios o más, formando una red. Este tipo de enlace se abrevia PtMP. El rendimiento de PtMP depende de ambos lados del enlace, por lo que si el objetivo son largas distancias, es imprescindible elegir la estación base correcta y el cliente adecuado para cada caso.



Los radio enlaces Wi-Fi también **se pueden clasificar a partir del rol que juegan dentro de la red**. Algunos radio enlace están pensados para llevar conexión de un punto a otro a largas distancias, otros para repartir señal a muchos clientes en un espacio determinado y otros simplemente como receptores de señal. Veamos sus diferencias y usos:

## TRONCAL (BACKHAUL)

Un enlace troncal es comúnmente usado para llevar conectividad de un territorio a otro y de ese enlace dependerán posteriormente las conexiones en casas, lugares públicos o donde distribuyamos finamente nuestra red, por lo que se le considera un punto crítico. Lo mejor es utilizar enlaces PtP para los troncales, ya que aseguran un mayor ancho de banda, estabilidad y alcance.

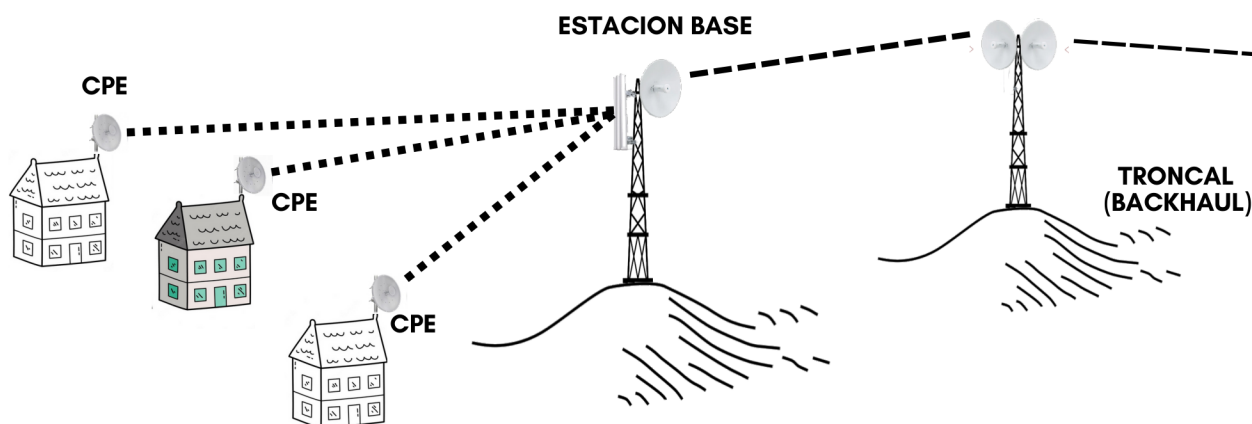


## ESTACIÓN BASE

Una vez que hemos logrado traer una conexión desde un punto remoto con un troncal a nuestra localidad, necesitamos distribuir esa señal a varios puntos o casas de nuestra comunidad. Para ello utilizamos una estación base, que será la radio principal de una red PtMP.

## CPE (EQUIPO LOCAL DEL CLIENTE)

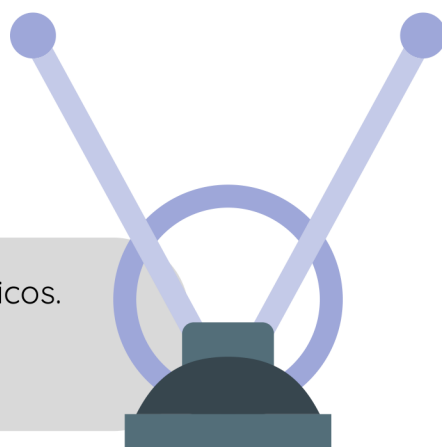
El CPE es la o las radios que utiliza el cliente de "última milla" para conectarse a la red en su casa. Por lo general los CPE cuentan con una antena cliente para enlazarse a la estación y un AP al interior del hogar para distribuir la señal a las computadoras, celulares, televisiones, etc.



En la imagen vemos una representación simple de una red de internet comunitaria. En ella un troncal trae la conexión a internet desde una lugar remoto a nuestra comunidad, ahí una estación base se encarga de tomar esa conexión y compartirla con los CPE, que son los radios receptores en las casas.

## H. ANTENAS

Texto original en Manual para Radialistas Analfatécnicos.  
Santiago García Gago.  
<https://analfatecnicos.net>



Cómo dijimos anteriormente, entre las partes de un radio WiFi encontramos un equipo emisor/receptor que se vale de una antena para amplificar dicha señal. También dijimos que esa antena puede ser una pieza separada del emisor o estar integrada directamente en él... ¿pero qué es y cómo funciona una antena?

La primera vez que se usó el término antena fue para bautizar los apéndices de algunos insectos que les sirven para orientarse, oler, saborear y escuchar. Es por esto que al crear aparatos que “escuchaban” las ondas electromagnéticas los bautizaron también con el nombre de antenas.

Y eso es lo que hace básicamente una antena, escuchar. Escuchar y transmitir, porque una misma antena sirve tanto para recibir como para emitir las ondas de radiofrecuencia.



Si la antena transmite, decimos que tiene un papel activo: irradia ondas al espacio. Si funciona como receptora, decimos que es pasiva: recibe las ondas electromagnéticas que hay en el aire y las entrega a un receptor para que sean procesadas.

Una antena es un cable o pieza de metal que utiliza el principio del electromagnetismo: al hacer circular una corriente eléctrica de alta frecuencia a través de un material conductor como el metal, éste genera un campo magnético a su alrededor y emite ondas que tienen un componente eléctrico y otro magnético. Son las famosas ondas electromagnéticas que viajan por el espacio abierto hasta que se debilitan y desaparecen.

### **TIPOS Y CLASIFICACIÓN DE ANTENAS**

Para obtener más información y algunos videos acerca de los tipos y clasificación de las antenas puedes escanear o dar clic en el siguiente código QR.



### **PATRONES DE RADIACIÓN**

Para obtener más información acerca de los tipos de patrones de radiación puedes escanear o dar clic en el siguiente código QR.





Interior de un radio WiFi con antena integrada. Por afuera vemos un equipo plástico, pero en su interior cuenta con una placa de metal con la forma y tamaño específicos para captar la banda Wi-Fi. El equipo emisor es el encargado de hacer circular por él una corriente eléctrica para inducir las ondas de radiofrecuencia.

### **¿Entonces cualquier elemento de metal puede ser una antena?**

A grandes rasgos una antena se puede definir como "un dispositivo, metálico generalmente, utilizado para radiar o recibir ondas electromagnéticas. Los mas viejos recordamos cómo se solucionaba a veces la recepción de la televisión con una tapa de olla o un gancho de ropa o simplemente metiendo un "alambrito" en la entrada de la antena. Pero, para que un elemento de metal sea una antena funcional debe tener el tamaño y la forma adecuada para poder captar las ondas de radio frecuencia específicas en que sucede el enlace.

Cada antena posee propiedades distintas que sirven para poder caracterizarla, éstas características son conocidas como los parámetros de antena. A partir de éstos parámetros podemos juzgar el comportamiento de una antena.

### **¿QUÉ ES UN REBOTE DE SEÑAL?**

Es lo que ocurre cuando una onda transmisor, las señales de radio, Internet inalámbrico, emisiones de televisión, golpean un obstáculo en su camino.

Golpear un obstáculo puede interrumpir la transmisión, pero en varios casos, la señal sigue propagándose y llega al receptor desde un ángulo diferente.

### **¿QUÉ ES UN RADAR?**

El radar es un sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos como aeronaves, barcos, vehículos motorizados, formaciones meteorológicas y el propio terreno.

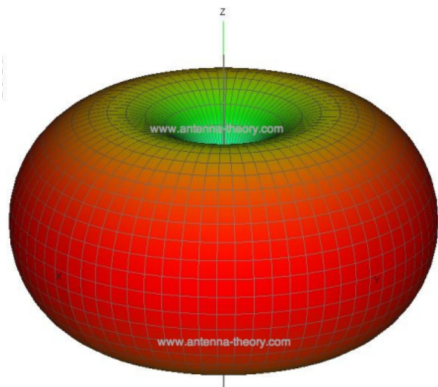
## RADIACIÓN DE LA ANTENA

La radiación de una antena hace referencia al recorrido espacial que hacen las ondas electromagnéticas emitidas desde una antena. Es decir cómo es que las ondas se propagan por el aire, lo que a final de cuentas define qué zonas logra cubrir una antena a partir del punto de emisión.

Como podrán suponer, la radiación de la antena dependerá principalmente de su forma y materiales. Para poder caracterizar los tipos de radiación vamos a hacer un símil entre una bombilla o foco y una antena; recordemos que la luz, natural o artificial, también es un tipo de radiofrecuencia.

### RADIACIÓN OMNIDIRECCIONAL

Una radiación omnidireccional se caracteriza por irradiar potencia al espacio de manera horizontal respecto al suelo y en todas las direcciones. Se asemeja a un bombillo en el techo de una habitación, el cuál utilizamos para iluminar todo el lugar en conjunto, pero que no tiene mucho alcance en distancia, porque la energía no se concentra en ningún punto en específico.



La representación gráfica de la radiación de una antena se le conoce como patrón de radiación. Aquí un patrón de radiación de una **antena omnidireccional**

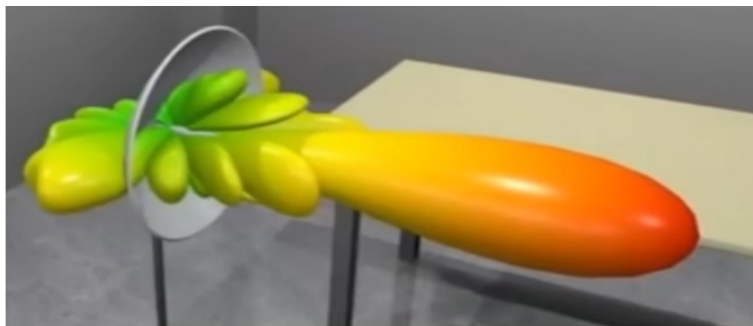
### ANTENAS Y CABLES

Para obtener más información acerca de antenas y cables puedes escanear el siguiente código QR.



## RADIACIÓN DIRECCIONAL

Una antena de radiación direccional utiliza sus materiales y forma para concentrar la energía emitida en un punto en específico, a partir de esto la radiación toma una orientación específica, permitiéndole a la señal alcanzar mayores distancias.

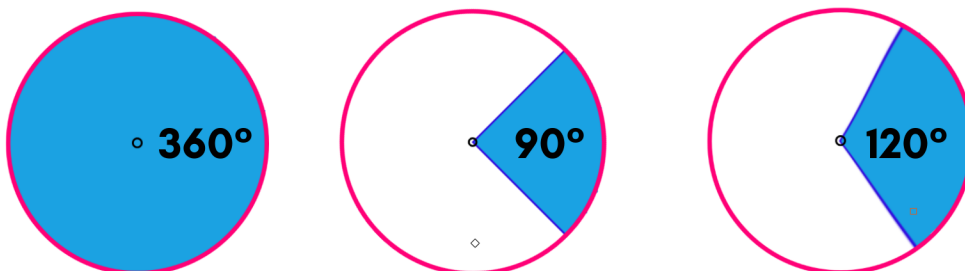


*Patrón de radiación de una antena direccional*

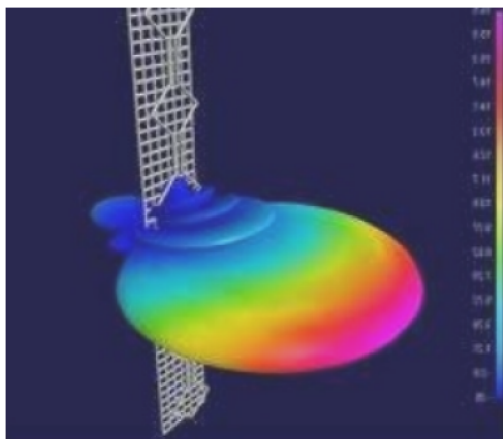
Una radiación direccional actúa de forma parecida a una linterna de mano, ya que concentra la luz en una sola dirección, lo que nos permite ver en la oscuridad a grandes distancias pero sólo en un punto en específico.

## RADIACIÓN SECTORIAL

Las radiaciones sectoriales están a medio camino entre una omnidireccional y una direccional, ya que concentran la emisión de energía, pero no en un punto específico sino que en una zona o "sector".



Las antenas omnidireccionales emiten en 360° a su alrededor, en cambio las antenas sectoriales por lo general emiten en 90° y 120° a su alrededor.



**Patrón de radiación** de una antena sectorial: emite un haz amplio horizontal al suelo. No tan amplio como una omnidireccional, pero esta concentración de energía le permite obtener un alcance en distancia mayor.

Este tipo de antenas se parecen a la linterna de nuestro teléfono celular. Con ella podemos iluminar lo que tenemos frente a nosotras, pero no sirve para iluminar en 360° o para ver algo con una distancia lejana.



## I. POTENCIA Y AMPLIFICACIÓN

Como vimos anteriormente, un radio enlace consiste en dos radios dialogando. A su vez, cada radio está conformado de dos partes fundamentales, el emisor y la antena.

El emisor es el encargado de generar la radiofrecuencia que utilizamos para transportar la información por el aire. Junto con generar la radiofrecuencia es también la encargada de poner en esa radiofrecuencia la información en un proceso conocido como modulación. Al finalizar, la radiofrecuencia ya con la información deseada contenida en ella, es enviada a la antena por un cable.

La antena por sí sola no genera radiofrecuencia, ni tampoco necesitamos conectarla a la electricidad. La función de una antena es aprovechar su forma y materiales para amplificar la señal de radiofrecuencia generada por el emisor. Amplificar es agrandar la intensidad de algo, es como subirle el volumen. Además una antena ayuda a filtrar y quitar interferencias que suelen colarse en las transmisiones inalámbricas.



Cuando ponemos nuestras manos en la boca para que nos escuchen más lejos, o cuando las ponemos en nuestros oídos para oír mejor, en ambos casos hemos usado nuestras manos como antenas para emitir o captar el sonido que producen nuestras cuerdas vocales.

Para medir la potencia de un emisor y la amplificación de una antena, se utilizan los dos siguientes términos:

### **DBM**

dBm es un índice de potencia en decibeles (dB) de la potencia medida en referencia a un milivatio. En palabras simples, usamos los dBm para medir con que fuerza o potencia sale la señal de radiofrecuencia del emisor hacia la antena. Los dBi se expresan en una escala de -100 a 0.

### **DBI**

dBi significa “ganancia de antena en dB por encima de un radiador isotrópico”. Una antena Wi-Fi, que tenga más dBi, tendrá una mayor concentración de potencia y, por tanto, un mayor alcance en distancia. De igual manera a mayor dBi, la antena tendrá mejor recepción.

## **POTENCIA DE UNA ANTENA**

La intensidad de la señal de radiofrecuencia generada por el equipo de radio se mide en **dBm**. Esta cifra es siempre negativa, siendo mayor -y por tanto mejor- cuanto más se acerca a cero.

## **GANANCIA DE UNA ANTENA**

La ganancia o amplificación de una antena se mide en **dBi**. Cuanto más alta sea la clasificación de dBi, más la antena irradia energía preferentemente en una dirección particular.

## ¿PERO QUÉ ANTENA WI-FI PARA QUÉ USO?

Como podemos ver, el alcance de un radio enlace wifi puede ir desde unos pocos metros de distancia hasta los 200 o 300 Kilómetros, todo depende de los dispositivos usados para emitir y recibir la señal.

A la hora de elegir el radio Wi-Fi adecuado, tendremos en cuenta varios aspectos, como la distancia entre ambos extremos, velocidad de transferencia de datos que queremos obtener, la cantidad de dispositivos que deseamos conectar a la red y el presupuesto con que contamos. A mayor distancia, tasa de datos o usuarias, más cara es la tecnología y más difícil de configurar e instalar.

## J. ANTENA DIRECCIONAL



Utilizaremos un radio wi-fi direccional principalmente para hacer enlaces PtP de todo tipo y enlaces troncales. Como ya dijimos una antena direccional concentra la energía en un punto, lo que nos permite alcanzar mayores distancias. Además, al ser un diálogo exclusivo entre dos radios, la capacidad del enlace también aumenta, permitiendo transportar grandes cantidades de datos entre dos puntos lejanos.

Podemos reconocerlas fácilmente montadas en las torres, ya que cuentan con una forma muy particular de plato, a veces sólido a veces de parrilla. Esta pieza es muy importante porque es la que permite concentrar la energía en una dirección en específico.



En la imagen también estamos viendo antenas direccionales, sólo que han sido cubiertas por una especie de tambor, esto es para filtrar ruidos e interferencias y lograr así un mejor enlace. Si las ves, ya sabes que están transportando una señal a grandes distancias

## K. ANTENA SECTORIAL

El principal uso de una radio wifi sectorial es cumplir las funciones de una estación base PtMP, ya que su irradiación permite cubrir una zona amplia a una distancia mediana, desde donde múltiples clientes pueden conectarse. Por ese motivo suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales, ya que están diseñadas para soportar mayor carga de trabajo.



Las antenas sectoriales son ampliamente usadas para la telefonía celular y las podemos ver fácilmente en cualquier estación base



Las antenas sectoriales también las podemos reconocer por su forma, que acostumbra a ser plana y alargada. Por lo general trabajan de la mano con un enlace troncal que las provee de conexión, misma conectividad que la antena sectorial se encarga de poner disponible para múltiples usuarias.

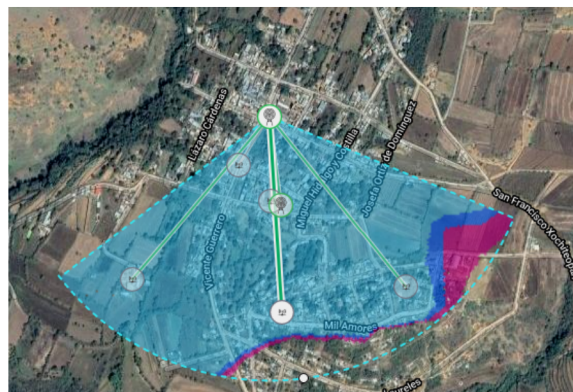
Los clientes de una antena Wi-Fi sectorial acostumbran a ser CPE de casas, es decir una antena sectorial no se utiliza para entregar señal directo a las usuarias, sino más bien a equipos CPE que sí son los encargados de dar conectividad a celulares, computadoras, televisiones smart u otro dispositivo con Wi-Fi.

### **VENEZUELA: RÉCORD MUNDIAL DE DISTANCIA DE TRANSMISIÓN Wi-Fi**

En 2007 Ermanno Pietrosemoli realizó una transmisión de señal 802.11 entre dos montañas de los Andes: El Aguila y El Platillón. Pietrosemoli es presidente de la Escuela Latinoamericana de Redes, una asociación de entusiastas de la tecnología de redes cuyo objetivo es extender el uso de estas tecnologías en toda Sudamérica.

Como único material utilizó un enrutador de Linksys WRT54, cuyo costo no supera los 40 euros, y un conjunto de antenas y software avanzado. Únicamente con eso ha sido capaz de transmitir señal Wi-Fi a 382 kilómetros, y con la nada despreciable velocidad de 3 Mbps.

Una radiación sectorial permite que varios dispositivos puedan entablar comunicación, siempre y cuándo se encuentren en el área de cobertura.



Para aumentar o ampliar el área de cobertura y, por lo tanto, el número de clientes atendidos, se instalan varias antenas sectoriales en una misma torre. Este tipo de disposición es común encontrarla y se le conoce como "Array". La intención es obtener una cobertura de  $360^\circ$  (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional). Para ello se instalan tres antenas sectoriales de  $120^\circ$  ó 4 antenas sectoriales de  $90^\circ$  juntas.

## L. ANTENA OMNIDIRECCIONAL



Es muy común que las radios Wi-Fi con antenas omnidireccionales sean utilizadas como parte de un CPE para dar conectividad a la usuaria final en sus dispositivos móviles.

Este tipo de antenas son las que definitivamente tienen menos alcance, la energía que produce el emisor es propagada en todas las direcciones pero al contrario de lo que podríamos pensar, las utilizamos todos los días. Si te has conectado al wi-fi de tu casa, de una amiga o si te has conectado a un wi-fi público en una plaza o transporte público, es muy probable que lo hayas hecho a través de un radio Wi-Fi omnidireccional.



Si bien su alcance no llega más allá de 500 mts, son muy útiles para generar radio enlaces con múltiples usuarios alrededor, sin importar en qué ángulo se ubiquen respecto al radio wi-fi. Por ello son ampliamente usadas en espacios públicos con wi-fi gratuito.

Las antenas omnidireccionales, al igual que los otros tipos de antenas que hemos revisado, se puede reconocer por su forma de vara o tubo. Fíjate en un enrutador Wi-Fi que tengas cercano, y verás que tiene una o dos (o a veces más) antenas en forma de vara; esto es porque ese dispositivo propaga la radio frecuencia en todas direcciones.



Existen muchos otros tipos de antenas y formas de caracterizarlas pero escapan a los conocimientos que utilizaremos en la construcción de nuestra red Wi-Fi. Si tienes interés en conocer más sobre antenas y radiofrecuencia te recomendamos visitar los enlaces que te hemos dejado en los códigos QR.



## **M. LECTURA COMPLEMENTARIA**

### **TECNOLOGÍA MIMO**

MIMO es el acrónimo de Multiple-input Multiple-output. En español lo podríamos traducir como Múltiple entrada y múltiple salida. Es una tecnología que ayuda a mejorar las redes inalámbricas, ya que permite una mayor cobertura debido a que emitimos señal inalámbrica simultáneamente con varias antenas desde un mismo radio WiFi, gracias al MIMO, conseguiremos algo más de cobertura que si solamente tuviéramos una antena.

### **POZO A TIERRA**

Las bajadas y subidas de tensión son una de las principales causas de daño en los equipos electrónicos. Para evitarlas, toda instalación debe estar bien aterrizada. Las conexiones de energía por lo general tienen dos o tres orificios. Cuando hay un tercer orificio existe aterrizaje, porque la otra punta del cable ¿dónde va? A tierra. Sí, sí, a la misma tierra.

Su función es extremadamente útil, ya que absorbe las descargas eléctricas o interferencias generadas por la electricidad. Cuando se construye una casa o una torre para las antenas, hay que hacer un pozo a tierra. Es el lugar donde derivan todas las descargas a través del cable de aterramiento.

### **PARRARRAYOS**

Si malo es no tener un pozo a tierra, mucho peor es no contar con pararrayos en la torre de transmisión. Si tienes la mala suerte de que un rayo acaricie tu torre y no tienes pararrayos, la descarga entrará directa por el cable al transmisor y lo puede dejar totalmente quemado.

Aunque los pararrayos no son muy caros, hay sitios en que puede resultar difícil encontrarlos y te tocará construir uno.



Queremos agradecer a todas quienes compartieron sus conocimientos a lo largo del camino andado, quienes con amor y paciencia nos abrieron sus experiencias y aprendizajes en el hacer de la comunicación comunitaria para la defensa del territorio.

A la comunidad de San Francisco Xochiteopan, a Estéreo Lluvia y Cultural Survival, por la confianza para navegar con nosotras aventurosas aguas desconocidas.

a L5, a XE1KYA y a la banda de Radio Zapote, a Radio Amiltzinko, a Laura Salas y la Sandía Digital, a Timo, Johannes y Serch de COMPPA, al Paco, al profe Omar, al Evo, Draks y Xun, a DTL en Argentina, al Kike y la RMP en Chile y todas las que nos apoyaron en los momentos difíciles.

GRACIAS



**NO ODIES A LOS MEDIOS,  
SIÉMBRALOS LIBRES**

Ante la creciente centralización, privatización y uso no consentido de nuestra data personal en internet, creemos fundamental comenzar a cuestionarnos la propiedad de las plataformas e infraestructuras que actualmente sostienen nuestras comunicaciones digitales. Para ello ponemos a disposición este primer cuadernillo de la Biblioteca Popular de Cultura Libre, dónde se compilan en un lenguaje sencillo conocimientos sobre antenas, radioenlaces y Wi-Fi.

